УДК 664

**Обжарка орехов инфракрасным облучением**

**к.т.н., проф. - Микаберидзе Малхаз Шотаевич1**

**(Государственный Университет Акаки Церетели)**

**к.т.н., проф. - Аплаков Варлам Рамениевич 2**

**(Государственный Университет Акаки Церетели)**

**Аннотация.**Данная работа посвящена интенсификации процесса тепловой обработки - обжарка орехов (фундук) инфракрассным (ИК) облучением. Для исследования процесса была разработана специальная методика, были определены основные факторы влияющие на процесс, установлены оптимальные режимные параметры обжарки орехов ИК облучением. Подтверждено целесообразность и перспективность этого процесса. В частности, интенсивность процесса увеличивается в 5 и более раз. Специфические воздействия облучения значительно повышают качество продукции и продолжительность хранения; упрощает технологическое оборудование, следовательно, уменьшает потери сырья; улучшает условия труда; позволяют полностью автоматизировать технологический процесс; исключает загрязнение окружающей среды.

**Ключевые слова:** тепловой процесс, обжарка, оптимальный режимные параметры

**Roasting nuts in field infrared irradiation**

**Ph.D., prof. - Mikaberidze Malkhaz Shotaevich**

**(Akaki Tsereteli State University)**

**Ph.D., prof. - Aplakov Varlam Ramenich**

**(Akaki Tsereteli State University)**

**Annotation.** This work is devoted to the intensification of the process of heat treatment - roasting nuts (hazelnuts) with infrared (IR) irradiation. To study the process, a special technique was developed, the main factors influencing the process were identified, the optimum operating parameters for roasting nuts with IR irradiation were established. Confirmed the feasibility and prospects of this process. In particular, the intensity of the process increases 5 or more times. The specific exposure to radiation significantly improves product quality and storage time; simplifies technological equipment, therefore, reduces the loss of raw materials; improves working conditions; allow you to fully automate the process; eliminates environmental pollution.

**Keywords: heat process, roasting, optimal operating parameters**

С точки зрения экономической и пищевой важности интерес к орехам растет с каждым годом. Его плоды характеризуются высокой пищевой ценностью. Орехи играет важную роль в здоровом питании человека. Плоды богаты белками, жирными кислотами, витаминами, минералами, не содержит холестерина. Орехи широко используются в пищевой промышленности - кондитерской промышленности, в производстве детского питания. Ореховое масло также используется в медицине, парфюмерии, живописи [2].

Переработка орехов интересна тем, что это практически безотходное производство. Все виды продукции, полученные в результате переработки орехов, подлежат реализации.

**Цель и задачи исследования**

Целью данной работы являлось интенсифицировать процесс обжарки орехов ИК облучением в технологической схеме переработки фундука; установление основных режимных параметров процесса обжарки, определение целесообразностьи и перспективности предложенного метода.

**Материалы и методы.**

Известно, что инфракрасные лучи значительно интенсифицируют технологические процессы, повышают качества продукции, как обычно увеличивает продолжительность хранения продукта, упрощает технологическое оборудование, улучшает условия труда, исключает загрязнение окружающей среды и т. д.[1; 4; 5; 6; 7; 8].

Для исследования процесса термической обработки орехов, была разработана специальная методика, были определены основные факторы влияющие на процесс и их взоимосвяз (плотность ИК облучения- , квт/м2; расстояние между генераторами и материалом - ,см; продолжительность процесса - , мин; толщина слоя сырья - , см; температура процесса - T, 0C; вид облучения - непрерывный) их взаимодействие и закономерности [3].

Измерение инфракрасного облучения проводили с помощью термоэлектрического устройства (DTP0924ROP50-50JO). Температуру процесса измеряли ртутным термометром и инфракрасным термометром (RaytekMiniTempMT6). Остаточную влажность в материале определяли влагомером (ECV-4V). На основе метод­и­ки бра­ли 100 г сырья (начальная влажность 13-14%), и с целью термической обраб­отки вно­си­ли за­ра­нее нагретой в лаб­орат­орной камере оснащенной ИК генераторами (NIK-220-1000) и равномерно распределяли на металлическую сетку. Оптимальная температура процесса была принята 98-1020C. Температура в сушильной камере поддерживалась путем селективного включения ИК генераторов и за счет регулирования потока воздуха, подаваемого в камеру.

Процесс обжарки принимали завершенным, после контроля остаточной влажности матеряла, визуальной и органолептической проверки.

При определении оптимального значения одного из параметров, действующих в процессе, все остальные параметры имели постоянные значения.

**Результаты исследований**

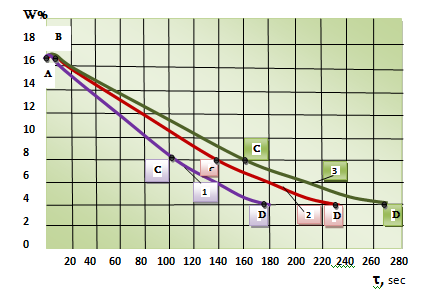
Для изучения процесса обжарки ореха, эксперименты проводились в трех вариантах – для разных слоев сырья (различные удельные нагрузки). Оптимальные результаты– режимные параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Оптимальные режимные параметры обжарки орехов с инфракрасным облучением**

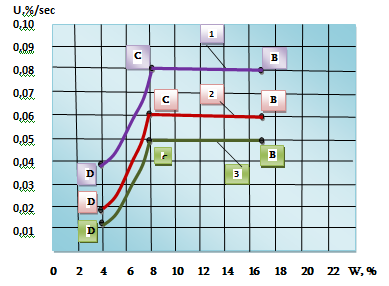
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **варианты** | **Толщина слоя сырья,**  **, мм** | **рас­стоян­ие между сырьем и ИК гене­рат­ора­ми, H, см** | **Продолжительность процесса**  **, сек** | **плотность ИК облуч­ен­ия,**  **P, Вт/м2** | **Остаточ**  **ная влажность**  **W, %** | **Темпера**  **тура процесса,**  **T, 0C** |
| **I** | **10-12** | **20** | **170-175** | **0,45** | **3-4** | **98-102** |
| **II** | **20-25** | **20** | **220-230** | **0,45** | **3-4** | **98-102** |
| **III** | **32-35** | **20** | **275-280** | **0,45** | **3-4** | **98-102** |

Для лучшего изучения процесса обжарки, на основе экспериментальных данных были построены кривые сушки и кривые скорости сушки: W= f1(), U=f1(W) (рис. 1; 2).

****

**Рис. 1 кривые сушки при разных удельных нагрузках**

1. **мм; 2. мм; 3. мм**

****

**рис. 2 кривые скорости суки при разных удельных нагрузках**

**1. мм; 2. мм; 3. мм**

Построенные кривые показывают, что процесс обжарки орехов ИК облучением состоит из трех периодов:

1. Период нагрева орехов, с повышенной скоростью подсушки (AB). В это время происходит нагрев материала и испаряется поверхностная влага. скорость сушки достигает максимума - Uмак=0,07 %/сек; повышается температура сырья (t=80-850C); этот процесс короток и длится в течение короткого времени ( =6-8 сек);
2. Период постоянной скорости сушки орехов (BC). В течение этого периода, из материала удаляется свободная форма влаги. скорость сушки постоянна и не зависит от содержания влаги в материале, если не изменяется условия сушки. Удалению свободной влаги, на картине, соответствует критическая влажность орехов (Wcr= 7-8%); Этот период сушки продолжается 100-160 сек.;
3. Снижение скорости сушки орехов (CD). Процесс сушки в данном периоде зависит от внутренней диффузии материала, от структуры растительной ткани, от физико-химических свойств, от содержания влаги и его связи с формами влаги с материалом, и т.д. В течение этого периода, время сушки с орехов удаляется часть связанной формы влаги. скорость сушки постепенно уменьшается – Uмак=0,14-0,038 %/сек; остаточная влажность материала составляет - W2=3-4%; температура материала за все время сушки повышается и равняется температуры окружающей среды - Tair=98-1020C, продолжительность процесса - =75-95 сек. В этом периоде происходит интенсивная обжарка материала.

Эксперименты показали, что для равномерного распределения влаги (миграция) желательно сушенный-обжаренный ореховый материал выдержать в насыпной форме 15-20 мин.

**Выводы**

* Осуществление процесса обжарка орехов ИК облучением целесообра­зно­ и перспективно;
* Установленны оптимальные режимные параметры обжарки орехов ИК облучением – 1. = 10-12 мм, H=20 см, P=0,45 вт/м2, =170-175сек, t=98-1020C; 2. = 20-25мм, H=20 см, P=0,45 вт/м2, =220-230сек, t=98-1020C; 3. = 32-35мм, H=20 см, P=0,45 вт/м2, =275-280 сек, t=98-1020C;
* Интенсивность процессов увеличивается 5-раз и более, по сравнению с существующими технологическими методами; повышается качества продукции; сокращается технологическое оборудование и энергетические затраты;процессы становятся легко управляемыми; улучшаются условия труда; исключено загрязнение окружающей среды.

**Литература**

1. Ми­каб­ери­дзе М. Ш. Процессы и ма­ши­нно-ап­па­ра­турные системы пищевых произ­водств. Учебн­ик. Изд­ательство - Государственный Ун­ив­ерситет Ака­кия Церетели, Ку­та­и­си, 2015. 492 ст. (на Гру­зи­нском языке);

2. Ми­каб­ери­дзе М. Ш., Кинцурашвили К. M. Технология и технологическое оборудование сушки плодов и овощей. Учебн­ик. Изд­ательство - Государственный Ун­ив­ерситет Ака­кия Церетели, Ку­та­и­си, 2014. 300 ст. (на Гру­зи­нском языке);

3. Ми­каб­ери­дзе М. Ш., Арабидзе Ц. В. Обработка винматериалов инфракрасными лучами. Монография. Издательство "МБМ-Полиграф", Кутаиси. 2013. 184 ст. (на Гру­зи­нском языке);

4.Ильянов С., Красников В. Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов, Москва, 1978, 359 с;

5.Кавецкий Г., Васильев Б. Процессы и аппараты пищевой технологии, Москва "Колос", 2000, 551 с.;

6. Mujumdar, A.S. & Devahastin, S. 2008. Fundamental Principles of Drying. In: Mujumdar, A.S. (Ed.).Guide to Industrial Drying−Principles, Equipments and New Developments. Three S Colors Publications, Mumbai, India.2.;

7.Chen, X.D. & Mujumdar, A.S. 2008. Drying Technologies In Food Processing. Wiley-Blackwell, WestSussex, United Kingdom.4.;

8.Chua, K.J., Chou, S.K., Hawlader, M.N.A., Ho, J.C. & Mujumdar, A.S. 2002. On the Study of Time-Varying Temperature Drying - Effect on Drying Kinetics and Product Quality. Drying Technology, 20,1579-1610.16.;

© Микаберидзе М.Ш.,Аплаков В. Р. 2019.